

ALIMENTOS ULTRAPROCESSADOS COMO FONTE POTENCIAL DE EXPOSIÇÃO AO BISFENOL A DURANTE A GESTAÇÃO E POSSÍVEIS REPERCUSSÕES MATERNO-FETAIS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

ULTRA-PROCESSED FOODS AS A POTENTIAL SOURCE OF BISPHENOL A EXPOSURE DURING PREGNANCY AND POSSIBLE MATERNAL-FETAL IMPLICATIONS: A LITERATURE REVIEW

ALIMENTOS ULTRAPROCESADOS COMO FUENTE POTENCIAL DE EXPOSICIÓN AL BISFENOL A DURANTE EL EMBARAZO Y POSIBLES REPERCUSIONES MATERNO-FETALES: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

Rosângela Pereira da Silva Barros¹
André Manoel Correia dos Santos²

RESUMO: O estudo objetivou analisar as evidências acerca da associação entre o consumo de alimentos ultraprocessados como fonte de exposição ao bisfenol A (BPA) durante a gestação e impactos à saúde materno-fetal. Foi realizada revisão bibliográfica exploratória, com abordagem qualitativa, em bases de dados PubMed e Google Acadêmico, abril a julho de 2026. Foram selecionados 27 artigos, entre 2015 e 2026, idiomas inglês, português e espanhol, envolvendo população humana. Os resultados revelam que 90% da exposição ao BPA ocorre por meio da alimentação, com destaque para alimentos enlatados e produtos embalados em plásticos. A contaminação acontece quando o BPA migra para os alimentos, sendo intensificada por condições como temperaturas e desgaste dos recipientes. Bisfenol S (BPS) e bisfenol F (BPF) que substituem o BPA em produtos BPA-free, demonstraram riscos de desregulação endócrina. O BPA demonstrou capacidade de atravessar a barreira placentária durante a gestação, está associado a desfechos, como restrição do crescimento, baixo peso ao nascer, parto prematuro e alterações na programação metabólica fetal. Conclui-se que a frequência do consumo de alimentos ultraprocessados durante o período gestacional pode representar uma via de exposição ao BPA, reforçando a importância do nutricionista, baseado na orientação de alimentos in natura e minimamente processados.

Palavras-chave: bisfenol A. alimentos ultraprocessados. Gestação. saúde materno-fetal. desregulador endócrino.

¹ Graduanda em Nutrição Universidade Iguaçu (UNIG) - Campus I.

² Professor Universidade Iguaçu (UNIG) - Campus I.

ABSTRACT: The study aimed to analyze the evidence regarding the association between the consumption of ultra-processed foods as a source of exposure to bisphenol A (BPA) during pregnancy and maternal-fetal health outcomes. An exploratory literature review with a qualitative approach was conducted using the PubMed and Google Scholar databases from April to July 2026. A total of 27 articles published between 2015 and 2026, in English, Portuguese, and Spanish, involving human populations, were selected. The results indicate that 90% of BPA exposure occurs through dietary intake, particularly from canned foods and products packaged in plastics. Contamination occurs when BPA migrates into food, with migration enhanced by conditions such as high temperatures and container wear. Bisphenol S (BPS) and bisphenol F (BPF), which are used as substitutes for BPA in BPA-free products, have also demonstrated endocrine-disrupting potential. BPA has been shown to cross the placental barrier during pregnancy and is associated with outcomes such as fetal growth restriction, low birth weight, preterm birth, and alterations in fetal metabolic programming. It is concluded that frequent consumption of ultra-processed foods during pregnancy may represent a route of BPA exposure, highlighting the importance of nutritionists in promoting the consumption of fresh and minimally processed foods.

Keywords: bisphenol A. ultra-processed foods. Pregnancy. maternal-fetal health. endocrine disruptor.

RESUMEN: El estudio tuvo como objetivo analizar las evidencias sobre la asociación entre el consumo de alimentos ultraprocesados, como fuente de exposición al bisfenol A (BPA) durante el embarazo, y sus efectos sobre la salud materno-fetal. Se realizó una revisión bibliográfica exploratoria, con enfoque cualitativo, en PubMed y Google Académico, entre abril y julio de 2026. Se seleccionaron 27 artículos publicados entre 2015 y 2026, en tres idiomas, con población humana. Los resultados indican que el 90 % de la exposición al BPA ocurre por la alimentación, principalmente por alimentos enlatados y productos envasados en plástico. La contaminación ocurre cuando el BPA migra hacia los alimentos, intensificada por altas temperaturas y desgaste de los recipientes. El bisfenol S (BPS) y el bisfenol F (BPF), utilizados como sustitutos del BPA en productos libres de BPA, presentan riesgos de alteración endocrina. El BPA puede atravesar la barrera placentaria y se ha asociado con restricción del crecimiento, bajo peso al nacer, parto prematuro y alteraciones en la programación metabólica fetal. Se concluye que el consumo frecuente de alimentos ultraprocesados durante el embarazo puede representar una vía de exposición al BPA, reforzando la orientación nutricional hacia alimentos in natura y mínimamente procesados.

Palabras clave: bisfenol A. alimentos ultraprocesados. Embarazo. salud materno-fetal. disruptor endocrino.

I INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos ultraprocesados tem crescido em diferentes países, incluindo o Brasil. Segundo a classificação NOVA, esses produtos correspondem a formulações industriais elaboradas com ingredientes e aditivos pouco utilizados na culinária doméstica (Monteiro *et al.*, 2019; Louzada *et al.*, 2023). Seu consumo elevado vem sendo associado a pior

qualidade global da dieta e a desfechos cardiometabólicos desfavoráveis, ainda que a magnitude desses efeitos varie conforme o grupo de produtos analisado (Lane *et al.*, 2024; Dinu; Martini, 2023; Fang *et al.*, 2024).

Esse cenário é particularmente relevante na gestação, período em que a qualidade da alimentação materna influencia diretamente a saúde da gestante e o desenvolvimento fetal (Marshall *et al.*, 2022). O aumento da participação de ultraprocessados na dieta pode comprometer a ingestão de nutrientes essenciais nessa fase (Graciliano *et al.*, 2021) e, adicionalmente, ampliar a exposição a substâncias provenientes dos materiais em contato com os alimentos, entre elas o bisfenol A (BPA), amplamente utilizado em policarbonatos e resinas epóxi de embalagens alimentícias. A migração do BPA para os alimentos depende de fatores como o tipo de material, o tempo de contato, a temperatura de aquecimento e as características físico-químicas do próprio alimento (Manzoor *et al.*, 2022; Cheroual *et al.*, 2025; Bronczyk *et al.*, 2025).

Do ponto de vista biológico, o BPA atua como desregulador endócrino, interagindo com receptores estrogênicos, androgênicos e tireoidianos e alterando o funcionamento hormonal mesmo em doses reduzidas. Essa exposição tem sido associada a alterações metabólicas, disfunções reprodutivas, obesidade, diabetes e maior risco de desenvolvimento tumoral (Manzoor *et al.*, 2022; Acconcia *et al.*, 2015). Cabe destacar, no entanto, que a exposição alimentar ao BPA ocorre pela migração do composto a partir de embalagens e revestimentos, e que a simples classificação de um alimento como ultraprocessado não implica, por si só, a presença do composto nem permite quantificar a exposição individual (Muncke *et al.*, 2020; Pacyga *et al.*, 2019).

A gestação configura uma janela de particular vulnerabilidade a essa exposição, uma vez que o BPA é capaz de atravessar a barreira placentária e interferir em vias hormonais essenciais ao desenvolvimento fetal. Estudos observacionais têm investigado sua associação com o crescimento intrauterino, o peso ao nascer e alterações metabólicas neonatais, mas os resultados ainda requerem interpretação cautelosa, dada a heterogeneidade das fontes de exposição e dos métodos de mensuração empregados (Vrachnis *et al.*, 2021; Huang *et al.*, 2021).

Apesar do volume crescente de estudos sobre o consumo de alimentos ultraprocessados, de um lado, e sobre a exposição gestacional ao BPA, de outro, ainda são escassas as evidências que relacionem diretamente esses dois eixos e, por essa via, seus possíveis desfechos materno-

fetais (De Vos *et al.*, 2024; Pacyga *et al.*, 2019). Diante dessa lacuna, o presente estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão da literatura, as evidências disponíveis sobre os alimentos ultraprocessados como possível via de exposição ao BPA durante a gestação e suas repercussões na saúde materna e fetal, distinguindo os achados observados em humanos das hipóteses de natureza mecanística.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão bibliográfica exploratória, com abordagem qualitativa, desenvolvida para analisar os alimentos ultraprocessados como possível via de exposição ao bisfenol A (BPA) durante a gestação e as evidências sobre suas repercussões na saúde materna e fetal.

A busca foi realizada entre abril e julho de 2026, nas bases PubMed e Google Acadêmico. No PubMed, foram empregadas cinco combinações de termos em inglês relacionados a alimentos ultraprocessados, BPA, gestação, embalagens alimentares, peso ao nascer e desenvolvimento fetal, com os operadores booleanos AND e OR. As estratégias de busca retornaram, em conjunto, 2.294 registros antes da aplicação dos filtros. Foi identificado mais um estudo por busca adicional no Google Acadêmico.

Foram considerados artigos originais, revisões sistemáticas e metanálises publicados entre 2015 e 2026, em português, inglês ou espanhol, pertinentes à exposição ao BPA, ao consumo de alimentos ultraprocessados ou aos desfechos materno-fetais. Foram excluídos estudos em animais, publicações duplicadas, resumos de congressos, editoriais e trabalhos que não contribuíam para responder à pergunta da revisão.

Após a remoção inicial de duplicatas, permaneceram 2.195 registros. A leitura de títulos e resumos levou à exclusão de 2.163 publicações, e 32 textos foram selecionados para leitura integral. Ao final, 27 artigos compuseram a revisão, sendo 26 identificados no PubMed e um no Google Acadêmico (figura 1). Os achados foram organizados por tema e analisados qualitativamente, distinguindo-se as associações observadas em humanos das hipóteses baseadas em mecanismos biológicos.

Ferramentas de inteligência artificial generativa auxiliaram na organização do texto, na revisão da linguagem e no planejamento das figuras. Os autores selecionaram as referências,

analisaram as evidências, desenvolveram a argumentação e revisaram o conteúdo final. As ferramentas não participaram da autoria do trabalho.

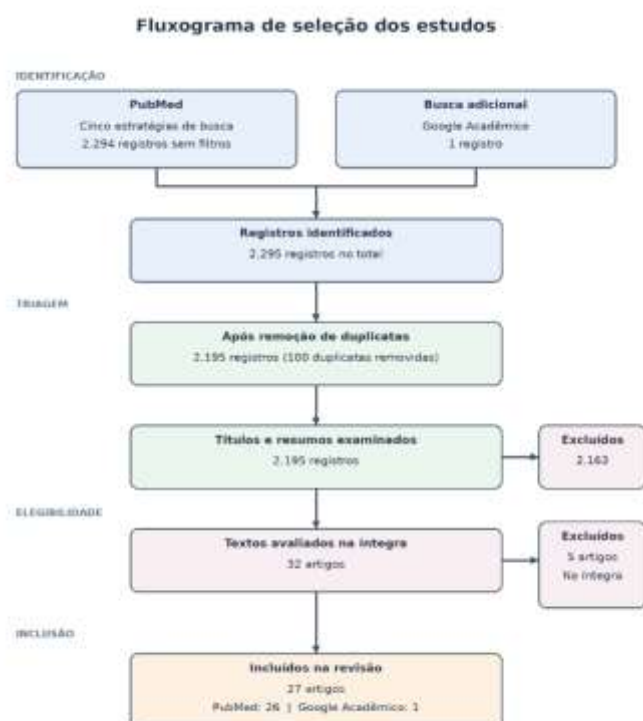


Figura 1 — Fluxograma do processo de identificação, seleção e inclusão dos estudos, adaptado do modelo PRISMA.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Alimentos ultraprocessados e saúde pública

De acordo com a classificação NOVA, os alimentos ultraprocessados são formulações industriais compostas majoritariamente por ingredientes de uso exclusivamente industrial, como isolados proteicos, amidos modificados, óleos hidrogenados, açúcares e uma variedade de aditivos (corantes, aromatizantes, emulsificantes e conservantes), com pouca ou nenhuma presença de alimentos *in natura* em sua formulação. Esses produtos são caracterizados por processos tecnológicos complexos, alta palatabilidade e praticidade de consumo, incluindo itens como refrigerantes, biscoitos recheados, embutidos, macarrões instantâneos e refeições prontas (Monteiro *et al.*, 2019).

Esses alimentos costumam apresentar perfil nutricional desfavorável, embora sua composição varie conforme o produto. Revisões relacionam o consumo elevado à pior qualidade

global da dieta e a diferentes desfechos de saúde, ainda que essas associações não permitam isolar o efeito específico dos contaminantes provenientes das embalagens (Monteiro *et al.*, 2019; Lane *et al.*, 2024).

Nessa direção, Graciliano *et al.* (2021), em estudo realizado com gestantes atendidas em uma unidade básica de saúde em Maceió, Alagoas, demonstraram que os ultraprocessados corresponderam, em média, a 22% da ingestão calórica diária dessas mulheres, com uma diferença de quase 1.000 kcal/dia entre as gestantes de maior e menor consumo desses produtos. Essa maior participação dos ultraprocessados na dieta esteve associada a menor ingestão de nutrientes importantes para a gestação, como proteínas, fibras, ferro, folato e vitaminas D e E, além de maior consumo de açúcares e gorduras *trans*. Os autores também identificaram uma substituição progressiva de alimentos tradicionais da culinária brasileira, como arroz, feijão e vegetais, por produtos ultraprocessados, o que resultou em uma dieta de baixa qualidade nutricional ao longo da gestação. Segundo os autores, essas mudanças alimentares podem estar associadas a maior risco de ganho de peso excessivo, diabetes gestacional e complicações no desenvolvimento fetal (Graciliano *et al.*, 2021).

Já De Vos *et al.* (2024), com base no *Rotterdam Periconception Cohort*, avaliaram a relação entre a ingestão materna de ultraprocessados no período periconcepcional e o desenvolvimento inicial da vascularização uteroplacentária. Os autores não observaram associação consistente entre o consumo desses alimentos e prejuízos globais ao desenvolvimento vascular; entretanto, um aumento de 10% na ingestão de ultraprocessados esteve relacionado a maior densidade de ramificação vascular, indicador adverso associado a crescimento fetal reduzido e a complicações placentárias. Os efeitos variaram, ainda, conforme o macronutriente predominante: a ingestão de carboidratos associou-se a maior desenvolvimento vascular placentário, possivelmente porque, no primeiro trimestre, a placenta utiliza preferencialmente a glicose como fonte de energia, enquanto a ingestão de proteínas esteve associada a redução do volume placentário.

Segundo os autores, no entanto, essas variações nutricionais não explicam integralmente os achados observados, o que os levou a considerar que outros componentes presentes nos ultraprocessados, não apenas os macronutrientes, poderiam contribuir para os efeitos placentários identificados. Nesse sentido, os autores apontam uma possível relação com contaminantes originados do processamento e das embalagens alimentares, como bisfenóis e

ftalatos, que poderiam atravessar a barreira placentária e comprometer sua funcionalidade (De Vos *et al.*, 2024).

3.2 Bpa nas embalagens alimentares e mecanismos de migração

O bisfenol A (BPA) é um composto químico industrial amplamente utilizado na fabricação de plásticos policarbonatos e de resinas epóxi, empregadas, respectivamente, na produção de recipientes rígidos e transparentes e no revestimento interno de latas metálicas e tampas de embalagens alimentícias (Manzoor *et al.*, 2022). Trata-se de uma substância classificada como desregulador endócrino, por sua capacidade de interagir com receptores hormonais do organismo mesmo em baixas concentrações (Manzoor *et al.*, 2022).

Materiais em contato com alimentos podem contribuir para a exposição ao BPA, especialmente recipientes de policarbonato e revestimentos de resina epóxi utilizados em algumas latas metálicas. A transferência do composto para o alimento depende do material, do tempo de contato, da temperatura e das características do produto. Por isso, a presença de BPA em certos recipientes não pode ser generalizada para todas as embalagens. Alimentos e bebidas enlatados estão entre as fontes alimentares investigadas, embora a exposição também possa ocorrer por outras vias, como o contato com papel térmico e a inalação de poeira contaminada (Manzoor *et al.*, 2022; Krivohlavek *et al.*, 2023; Stevens *et al.*, 2024).

O aquecimento e o desgaste dos recipientes podem favorecer a migração do BPA. A composição do alimento também interfere nesse processo: em determinadas condições, o maior teor de gordura pode favorecer a transferência de compostos hidrofóbicos. Ao analisar materiais de contato com alimentos, Bronczyk *et al.* (2025) identificaram a migração de diferentes substâncias, incluindo BPA, ftalatos e benzofenonas, com variações conforme o material e as condições de ensaio.

Em um estudo piloto com leite pasteurizado comercializado em embalagens plásticas, Cheroual *et al.* (2025) detectaram BPA em 17 das 30 amostras, com concentração máxima de 24,07 µg/L. A avaliação do risco variou conforme o parâmetro de referência utilizado. Esse resultado mostra a importância de considerar, além da concentração detectada, a quantidade consumida e a duração da exposição. Por se tratar de um estudo com amostra limitada, seus resultados não devem ser estendidos a todos os tipos de leite ou embalagem.

A preocupação com o BPA integra uma discussão mais ampla sobre substâncias que podem migrar de materiais de contato para os alimentos. A gestação merece atenção particular pela possibilidade de exposição durante o desenvolvimento fetal (Muncke *et al.*, 2020). Além disso, produtos identificados como *BPA-free* podem empregar outros bisfenóis, como BPS e BPF, cuja segurança também precisa ser avaliada; a ausência de BPA, portanto, não equivale à ausência de exposição a compostos potencialmente desreguladores endócrinos (Manzoor *et al.*, 2022).

3.3 Alimentos ultraprocessados como via de exposição ao bpa

A alimentação é uma via relevante de exposição ao BPA, mas a contribuição de cada produto depende dos materiais com os quais ele entra em contato ao longo da produção, do armazenamento e do preparo. Revestimentos de latas, recipientes e utensílios podem constituir fontes de exposição quando contêm BPA e há migração do composto para o alimento. Essa migração varia conforme as condições de uso; portanto, a classificação de um alimento como ultraprocessado não significa que ele contenha BPA (Pacyga *et al.*, 2019; Muncke *et al.*, 2020).

Ainda assim, os ultraprocessados merecem atenção porque, em geral, passam por várias etapas industriais e são comercializados em embalagens. Dependendo do produto, essas etapas ampliam as oportunidades de contato com diferentes materiais. A exposição potencial não se limita à embalagem final: também pode ocorrer durante o processamento e o preparo. Por outro lado, alimentos não classificados como ultraprocessados podem entrar em contato com materiais que liberam substâncias químicas. Desse modo, é necessário examinar o produto e suas condições de produção e consumo, em vez de atribuir a exposição exclusivamente ao grau de processamento (Muncke *et al.*, 2020).

Além dos bisfenóis, a literatura discute outras substâncias relacionadas ao processamento e aos materiais de contato com alimentos, entre elas ftalatos, componentes de óleos minerais e partículas plásticas. Lane *et al.* (2024) apontam que os possíveis efeitos dos ultraprocessados sobre a saúde podem envolver diferentes fatores, como a composição nutricional, os aditivos, os compostos formados durante a fabricação e as substâncias provenientes das embalagens (Stevens *et al.*, 2024). Esses fatores podem ocorrer simultaneamente, o que dificulta identificar a contribuição isolada do BPA nas associações observadas entre consumo de ultraprocessados e desfechos de saúde.

Essa distinção é especialmente importante nos estudos com gestantes. A frequência de consumo de ultraprocessados pode ajudar a caracterizar o padrão alimentar, mas não corresponde, por si só, à dose de BPA absorvida. Para investigar essa possível via de exposição, seria necessário considerar os tipos de produtos consumidos, os materiais das embalagens, as condições de armazenamento e preparo e medidas individuais de exposição. Assim, a relação entre ultraprocessados, BPA e saúde materno-fetal deve ser apresentada como uma hipótese plausível que ainda requer investigação direta, sem atribuir ao BPA efeitos decorrentes do conjunto da alimentação ou de outras exposições (Pacyga *et al.*, 2019; Muncke *et al.*, 2020).

3.4 Os efeitos do bpa no organismo como desregulador endócrino

O bisfenol A (BPA) pode atuar como desregulador endócrino por meio de sua interação com diferentes receptores e vias de sinalização celular. Entre os mecanismos descritos estão a interação com os receptores estrogênicos $ER\alpha$ e $ER\beta$, que pode modificar as respostas ao estrogênio, e a atuação em receptores associados à membrana celular, capazes de desencadear respostas intracelulares. O BPA também pode interagir com outras vias, incluindo aquelas relacionadas ao receptor de andrógenos e ao $ERR\gamma$. Essas ações indicam que seus possíveis efeitos não se restringem à sinalização estrogênica clássica e podem envolver processos como

9

Durante a gestação, a interferência de desreguladores endócrinos em processos celulares e moleculares merece atenção pelas possíveis repercussões sobre a placenta e o desenvolvimento fetal. Andonotopo *et al.* (2025) descrevem mecanismos que incluem alterações na esteroidogênese, estresse oxidativo, respostas imunológicas e modificações epigenéticas, como mudanças na metilação do DNA, na acetilação de histonas e na expressão de microRNAs. Os autores discutem a possível participação desses processos em desfechos como restrição do crescimento fetal, baixo peso ao nascer, nascimento de crianças pequenas para a idade gestacional, parto prematuro e pré-eclâmpsia. Contudo, a identificação desses mecanismos não significa que os desfechos observados possam ser atribuídos exclusivamente ao BPA, pois a gestação envolve múltiplas exposições e fatores de risco.

A investigação dos efeitos do BPA também se estende à população geral. Em estudo analisado por Chen *et al.* (2023), maiores concentrações urinárias de BPA estiveram associadas à maior mortalidade por todas as causas e por doenças cardiovasculares, enquanto a associação com mortalidade por câncer não foi estatisticamente significativa. Os participantes com maior exposição apresentaram, ainda, diferenças quanto à qualidade da alimentação, à frequência de obesidade, à escolaridade, ao tabagismo e ao consumo de álcool. Essas características podem influenciar a relação observada e precisam ser consideradas na interpretação dos resultados.

No mesmo estudo, uma alimentação de melhor qualidade não apresentou interação estatisticamente significativa com o BPA urinário em relação ao risco de mortalidade, embora menores concentrações do composto tenham sido observadas entre participantes com hábitos alimentares mais saudáveis (Chen *et al.*, 2023). Assim, os resultados não demonstram que a dieta neutralize os possíveis efeitos do BPA. Eles reforçam, porém, a importância de investigar em conjunto as fontes de exposição, os hábitos alimentares e outros fatores associados à saúde. Como o estudo foi realizado com a população geral, seus achados não devem ser extrapolados diretamente para gestantes.

3.5 Exposição ao bpa durante a gestação e saúde materno-fetal

10

A atenção à exposição ao BPA durante a gestação é fundamental, tendo em vista que diversas fontes podem prejudicar a saúde materno-fetal, especialmente aquelas associadas à alimentação e a materiais de contato, como alimentos enlatados, recipientes e garrafas plásticas, além de fontes ambientais e ocupacionais (Vrachnis *et al.*, 2021). Nesse contexto, a primeira metade da gestação, particularmente os dois primeiros trimestres, constitui um período crítico de vulnerabilidade fetal à exposição ao BPA, uma vez que importantes processos de desenvolvimento placentário ocorrem nesse estágio. Em revisão sistemática, Vrachnis *et al.* (2021) identificaram associações entre a exposição ao BPA e indicadores de crescimento fetal, sendo que em 9 dos 14 estudos incluídos foram observadas associações inversas entre os níveis de BPA e o crescimento fetal. Os autores destacaram, ainda, dois estudos que analisaram o BPA no líquido amniótico durante a primeira metade da gestação, nos quais foram identificadas associações inversas entre os níveis do composto e o peso ao nascer. Apesar da inconsistência entre os estudos, os resultados sugerem uma tendência de redução do crescimento fetal quando a exposição ocorre nesse período inicial da gestação (Vrachnis *et al.*, 2021).

Em consonância com esses achados, um estudo dinamarquês conduzido com 832 binômios mãe-filho da *Odense Child Cohort* identificou possível associação entre a concentração urinária materna de BPA e a redução do peso ao nascer (Beck *et al.*, 2025). Na análise da coorte total, os recém-nascidos expostos a níveis mais elevados de BPA apresentaram redução média do peso ao nascer de 89 g e 92 g no segundo e no quarto quartil, respectivamente, tendo o primeiro quartil como referência. Entre os meninos, especificamente, observou-se redução média de 115 g no peso ao nascer em comparação ao grupo com menor exposição, não tendo sido identificadas associações significativas entre as meninas. Segundo os autores, essa maior sensibilidade observada entre os meninos pode estar relacionada às propriedades antiandrogênicas do BPA e à sua interferência na sinalização dos receptores de andrógeno, envolvidos no desenvolvimento fetal masculino (Beck *et al.*, 2025).

Em continuidade a essas análises, Beck *et al.* (2025) avaliaram também outros indicadores de crescimento neonatal, como comprimento, perímetro cefálico, circunferência abdominal e idade gestacional. Embora não tenham sido encontradas associações significativas para esses desfechos na coorte total, notou-se, entre os meninos, uma redução limítrofe de 0,49 cm no comprimento ao nascer no grupo de maior exposição, em comparação ao grupo de menor exposição ao BPA. Os autores sugerem que esses achados também podem estar relacionados às atividades antiandrogênica e antiestrogênica do composto, capazes de interferir em mecanismos hormonais relevantes para o crescimento e o desenvolvimento fetal masculino. Assim, mesmo sem efeitos consistentes entre todos os parâmetros antropométricos analisados, os resultados indicam que a exposição materna ao BPA pode estar associada a alterações específicas no desenvolvimento de fetos do sexo masculino (Beck *et al.*, 2025).

Além dos desfechos relacionados ao crescimento fetal, evidências também apontam uma possível associação entre a exposição materna ao BPA e alterações no metabolismo da glicose durante a gestação (Rolfo *et al.*, 2020). Segundo os autores, a relação entre o BPA e o diabetes mellitus gestacional (DMG) permanece incerta, com evidências limitadas e resultados inconsistentes. Em um estudo de coorte prospectivo conduzido na China, gestantes com maiores concentrações urinárias de BPA apresentaram menores níveis de glicose plasmática e redução de cerca de 27% nas chances de desenvolvimento de DMG. Em contrapartida, os resultados da coorte MIREC foram divergentes: não foi identificada associação significativa entre a exposição ao BPA e o diagnóstico de DMG, e as concentrações urinárias no primeiro

trimestre não se associaram ao DMG nem à tolerância diminuída à glicose. Diante dessas divergências, os autores as atribuem a diferentes janelas de avaliação da exposição, ao uso isolado de amostras urinárias e à variação nos critérios diagnósticos empregados para o DMG. Embora sejam propostos mecanismos relacionados à atividade estrogênica do BPA, à sinalização do PPAR- γ , à resistência à insulina e à disfunção das células β pancreáticas, as evidências disponíveis ainda são insuficientes para estabelecer uma relação causal entre a exposição ao composto e o desenvolvimento do diabetes gestacional (Rolfo *et al.*, 2020).

Mecanismos epigenéticos, como a metilação do DNA, também têm sido investigados no contexto da exposição pré-natal a substâncias químicas. Knopik *et al.* (2019) discutem esse mecanismo de forma ampla, embora seus resultados não constituam demonstração direta de um efeito do BPA proveniente especificamente de alimentos ultraprocessados.

Nessa perspectiva, as modificações epigenéticas e as condições do ambiente intrauterino podem exercer impacto permanente sobre o desenvolvimento fetal por meio do processo de programação fetal (Öztürk; Türker, 2021). Esse processo ocorre quando o feto reage a estímulos ou condições ambientais durante fases críticas do desenvolvimento, caracterizadas por intensa divisão celular, o que pode resultar em modificações estruturais e funcionais em células, tecidos e órgãos. Segundo os autores, essas alterações podem persistir ao longo de toda a vida e aumentar a propensão a doenças crônicas, como hipertensão arterial, resistência à insulina, dislipidemia, doenças cardiovasculares e diabetes mellitus tipo 2. Nesse contexto, Öztürk e Türker (2021) discutem o papel dos desreguladores endócrinos na programação fetal, destacando o BPA como um exemplo relevante dessas substâncias. Os autores argumentam que tais compostos podem interferir em vias hormonais que regulam a insulina, os glicocorticoides, os estrogênios e os hormônios tireoidianos, além de afetar processos relacionados à formação e ao armazenamento de gordura corporal. Dessa forma, a exposição a essas substâncias durante o período pré-natal pode impactar a programação fetal e aumentar a vulnerabilidade a distúrbios metabólicos e outras condições de saúde ao longo da vida (Öztürk; Türker, 2021).

Nesse cenário, a gestação pode ser impactada por uma variedade de fatores de vulnerabilidade relacionados à saúde materna, ao ambiente e às condições socioeconômicas (Brembilla *et al.*, 2019). A pesquisa de Brembilla *et al.* (2019) identificou 15 marcadores distribuídos em seis dimensões de vulnerabilidade, incluindo fatores ambientais e socioeconômicos, condições médico-obstétricas, tabagismo e características maternas, como

idade e estado nutricional pré-gestacional. Entre os fatores ambientais destacam-se a exposição ao dióxido de nitrogênio, a poluição sonora noturna e a escassez de espaços verdes. Os resultados revelaram, ainda, que a probabilidade de desfechos adversos, incluindo parto prematuro, pré-eclâmpsia, eclâmpsia e baixo peso ao nascer, aumentou proporcionalmente ao número de vulnerabilidades acumuladas.

Esses achados reforçam a compreensão de que os impactos sobre a gestação resultam da interação entre diferentes exposições e condições ambientais, conceito associado ao exposoma, que considera o conjunto de exposições vivenciadas pelo indivíduo desde a fase intrauterina. Assim, mesmo que o BPA e outros contaminantes provenientes de alimentos e embalagens não tenham sido avaliados diretamente nesse estudo, os resultados contribuem para a compreensão da exposição ambiental durante a gravidez, considerando a interação entre diferentes fatores capazes de impactar a saúde materno-fetal (Brembilla *et al.*, 2019). De modo geral, a fase inicial da gestação,— sobretudo os dois primeiros trimestres, representa um período crítico de vulnerabilidade fetal à exposição ao BPA e aos seus possíveis impactos sobre o desenvolvimento e a funcionalidade placentária (Vrachnis *et al.*, 2021).

3.6 Exposição pré-natal a múltiplos contaminantes

13

Conforme indicam os estudos reunidos nesta revisão, a exposição a desreguladores endócrinos, como o BPA, presente em embalagens alimentícias e associado ao consumo de alimentos ultraprocessados, não deve ser avaliada de forma isolada durante a gestação, mas compreendida a partir da presença simultânea de diversas exposições ambientais e alimentares (Teixeira *et al.*, 2026; Stevens *et al.*, 2024). Segundo os autores, o BPA não apresenta um único mecanismo de ação, podendo envolver modificações hormonais, metabólicas e epigenéticas, além de estresse oxidativo. Destacam, ainda, que as interferências nas vias de sinalização estrogênica, tireoidiana e insulínica podem comprometer a função placentária, assim como a programação fetal em fases críticas do desenvolvimento (Teixeira *et al.*, 2026). Nesse sentido, as repercussões dessa exposição podem incluir alterações no crescimento fetal e maior predisposição a distúrbios metabólicos e doenças crônicas ao longo da vida (Teixeira *et al.*, 2026).

Os autores ressaltam, ainda, que esses mecanismos não se limitam ao BPA, evidenciando a necessidade de compreender essa exposição em um contexto mais amplo de agentes químicos aos quais a gestante pode estar exposta, sobretudo aqueles associados às etapas

de produção, armazenamento e consumo de alimentos (Teixeira *et al.*, 2026; Stevens *et al.*, 2024). Diante desse cenário, a exposição ao bisfenol A por meio da alimentação e de materiais em contato com alimentos representa uma questão de relevância clínica e de saúde pública, reforçando a urgência de ampliar as pesquisas científicas sobre o alcance dessas exposições e seus possíveis impactos na saúde materno-fetal ao longo da vida (Teixeira *et al.*, 2026).

4 DISCUSSÃO

A literatura identifica alimentos e materiais de contato como fontes relevantes de exposição ao BPA, especialmente alguns revestimentos de latas e recipientes de polycarbonato. Estudos com gestantes associaram hábitos alimentares a biomarcadores de bisfenóis, embora a exposição também possa ocorrer por outras fontes e em etapas anteriores à própria embalagem (Rolfo *et al.*, 2020; Pacyga; Sathyanarayana; Strakovsky, 2019). Fatores como temperatura, desgaste do material e características do alimento podem intensificar a migração do BPA (Krivohlavek *et al.*, 2023; Manzoor *et al.*, 2022). Cabe destacar que a substituição por BPS ou BPF não resolve automaticamente essa preocupação, uma vez que esses compostos também são objeto de investigação toxicológica (Algonaiman *et al.*, 2023).

Do ponto de vista mecanístico, os estudos experimentais apontam interação do BPA com receptores hormonais, indução de estresse oxidativo e possíveis alterações epigenéticas. Contudo, a heterogeneidade da exposição e as diferenças entre modelos experimentais e estudos epidemiológicos impedem concluir que todos esses mecanismos produzam efeitos clínicos de mesma intensidade em gestantes (Acconcia *et al.*, 2015; Andonotopo *et al.*, 2025).

De acordo com Vrachnis *et al.* (2021) e Huang *et al.* (2021), há evidências da capacidade do BPA de atravessar a barreira placentária e atingir o feto, tendo sido identificada sua presença no sangue do cordão umbilical, no líquido amniótico e no tecido placentário, o que confirma seu alcance ao ambiente fetal. Conforme apontado por Vrachnis *et al.* (2021), a principal vulnerabilidade fetal está associada à ausência ou à redução da atividade da UDP-glucuroniltransferase, especialmente durante os dois primeiros trimestres, além da capacidade do feto e da placenta de reverter o metabólito inativo do BPA à sua forma ativa. Quanto ao período de maior vulnerabilidade, Vrachnis *et al.* (2021) ressaltam a relevância da primeira metade da gestação, enquanto Huang *et al.* (2021) associam especificamente a exposição durante o segundo trimestre a uma redução do peso ao nascer. Nesse contexto, Öztürk e Türker (2021)

reconhecem a gestação como uma fase de intensa reprogramação epigenética, na qual a exposição ao BPA pode influenciar a metilação do DNA e a expressão gênica, com possíveis implicações metabólicas e cardiovasculares ao longo da vida.

As pesquisas revisadas sugerem que a restrição do crescimento fetal e o baixo peso ao nascer estão entre os desfechos adversos mais frequentemente associados à exposição ao BPA durante a gestação. Segundo Beck *et al.* (2025), o aumento das concentrações maternas de BPA associou-se à redução do peso ao nascer, com significância estatística restrita aos recém-nascidos do sexo masculino, sem extensão aos do sexo feminino. Esses achados corroboram os de Vrachnis *et al.* (2021), que identificaram associação inversa entre a exposição ao BPA e os indicadores de crescimento fetal. Na mesma direção, Huang *et al.* (2021) demonstraram que o baixo peso ao nascer também esteve associado à exposição pré-natal ao BPA, sobretudo durante o segundo trimestre gestacional. Apesar da convergência entre Beck *et al.* (2025), Huang *et al.* (2021) e Vrachnis *et al.* (2021) quanto à associação entre exposição ao BPA e redução do crescimento fetal, os estudos divergem quanto à variação conforme o sexo, diferença evidenciada apenas por Beck *et al.* (2025).

Conforme evidenciam Rolfo *et al.* (2020) e Andonotopo *et al.* (2025), os dados revisados sustentam a associação entre a exposição a desreguladores endócrinos, em particular o BPA e os ftalatos, e desfechos obstétricos adversos, incluindo pré-eclâmpsia e partos prematuros. Em contrapartida, há divergências na literatura quanto ao reconhecimento de uma correlação direta entre a exposição materna ao BPA e alterações imediatas no peso ao nascer (Rolfo *et al.*, 2020). Nesse sentido, os autores destacam que os estudos sobre pré-eclâmpsia apontam modificações placentárias associadas a processos inflamatórios e hormonais (Rolfo *et al.*, 2020; Andonotopo *et al.*, 2025). Embora Rolfo *et al.* (2020) apresentem resultados divergentes quanto à associação entre desreguladores endócrinos e diabetes gestacional, Andonotopo *et al.* (2025) estabelecem possível relação entre essa exposição e alterações na programação metabólica fetal. Corroborando essa perspectiva, Öztürk e Türker (2021) associam desfechos adversos às condições intrauterinas, destacando a programação fetal e o aumento do risco de obesidade, resistência à insulina, diabetes tipo 2, hipertensão e doenças cardiovasculares na vida adulta. Diante desses achados, os estudos apontam que a exposição ao BPA no período gestacional pode estar associada a modificações no crescimento e na programação fetal, com possíveis repercussões ao longo da vida.

Entre as principais limitações identificadas na literatura estão a heterogeneidade dos métodos de aferição do BPA, o uso de amostras pontuais, as diferentes janelas gestacionais consideradas, a exposição simultânea a outros compostos químicos e a escassez de estudos que examinem conjuntamente o consumo de ultraprocessados, a exposição ao BPA e os desfechos materno-fetais (Vrachnis *et al.*, 2021; Huang *et al.*, 2021).

CONCLUSÃO

Os estudos reunidos indicam que materiais em contato com alimentos podem contribuir para a exposição ao BPA durante a gestação. Contudo, a participação dos ultraprocessados nessa exposição depende da embalagem e das condições de armazenamento e preparo. Assim, ainda não é possível afirmar que seu consumo, por meio do BPA, cause os desfechos materno-fetais discutidos.

Parte da literatura associa a exposição gestacional ao BPA a alterações no crescimento fetal e no metabolismo materno, mas os resultados variam conforme a população e o momento da avaliação. Na assistência nutricional, é pertinente orientar o consumo de alimentos in natura e minimamente processados e o uso adequado de recipientes. Estudos que avaliem conjuntamente consumo alimentar, biomarcadores de bisfenóis e desfechos gestacionais são necessários para esclarecer essa relação.

16

REFERÊNCIAS

ACCONCIA, Filippo; PALLOTTINI, Valentina; MARINO, Maria. Molecular mechanisms of action of BPA. **Dose-Response**, v. 13, n. 4, p. 1559325815610582, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1559325815610582>. Acesso em: 23 set. 2026.

ALGONAIMAN, Raya *et al.* Effects of Prenatal Exposure to Bisphenol A Substitutes, Bisphenol S and Bisphenol F, on Offspring's Health: Evidence from Epidemiological and Experimental Studies. **Biomolecules**, v. 13, n. 11, p. 1616, 5 nov. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/biom13111616>. Acesso em: 22 ago. 2026.

ANDONOTOPO, Wiku *et al.* Endocrine disrupting chemicals: translating mechanisms into perinatal risk assessment. **Journal of Perinatal Medicine**, v. 53, n. 9, p. 1238–1252, 2025. <https://doi.org/10.1515/jpm-2025-0259>. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/jpm-2025-0259>. Acesso em: 23 set. 2026.

BECK, Astrid L. *et al.* Maternal urinary concentrations of bisphenol A during pregnancy and birth size in children from the Odense Child Cohort. **Environmental Health**, v. 24, n. 1, 1 abr. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12940-025-01169-4>. Acesso em: 23 ago. 2026.

BREMBILLA, Alice *et al.* Pregnancy vulnerability in urban areas: a pragmatic approach combining behavioral, medico-obstetrical, socio-economic and environmental factors. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55005-0>. Acesso em: 26 ago. 2026.

BRONCZYK, Karolina *et al.* Safety of new food contact materials: Migration and sorption studies based on Tenax, powdered milk, baby cereal and oat flakes. **Food Chemistry**, p. 144148, Apr. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.144148>. Acesso em: 23 set. 2026.

CHEN, Ye-Mei *et al.* Mitigating the impact of bisphenol A exposure on mortality: Is diet the key? A cohort study based on NHANES. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 267, p. 115629, nov. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115629>. Acesso em: 23 ago. 2026.

CHEROUAL, El Amine *et al.* Bisphenol A Levels in Pasteurized Milk Marketed in Plastic Packaging and Associated Health Risk Assessment: A Pilot Study. **Journal of Xenobiotics**, v. 15, no. 6, p. 180, 1 Nov. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jox15060180>. Acesso em: 23 set. 2026.

DE VOS, Ms Eline S. *et al.* Periconceptional maternal intake of ultra-processed foods, energy and macronutrients the impact on imaging markers of early utero-placental vascular development: The Rotterdam Periconception Cohort. **Clinical Nutrition**, Sept. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2024.09.033>. Acesso em: 23 set. 2026.

DINU, Monica; MARTINI, Daniela. Ultra-Processed Foods, Diet Quality and Human Health. **Nutrients**, v. 15, no. 13, p. 2890, 26 June 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu15132890>. Acesso em: 23 set. 2026.

FANG, Zhe *et al.* Association of ultra-processed food consumption with all cause and cause specific mortality: population based cohort study. **BMJ**, p. e078476, 8 May 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-078476>. Acesso em: 23 set. 2026.

GRACILIANO, Nayara Gomes; SILVEIRA, Jonas Augusto Cardoso da; OLIVEIRA, Alane Cabral Menezes de. Consumo de alimentos ultraprocessados reduz a qualidade global da dieta de gestantes. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, no. 2, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00030120>. Acesso em: 8 May 2026.

HUANG, Yu-Fang *et al.* Prenatal Bisphenol a Exposure, DNA Methylation, and Low Birth Weight: A Pilot Study in Taiwan. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, no. 11, p. 6144, 7 June 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18116144>. Acesso em: 19 Apr. 2026.

KNOPIK, Valerie S. *et al.* Prenatal substance exposure and offspring development: Does DNA methylation play a role? **Neurotoxicology and Teratology**, v. 71, p. 50–63, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ntt.2018.01.009>. Acesso em: 23 set. 2026.

KRIVOHLAVEK, Adela *et al.* Migration of BPA from food packaging and household products on the Croatian market. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 4, p. 2877, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph20042877>. Acesso em: 23 set. 2026.

LANE, Melissa M. *et al.* Ultra-processed food exposure and adverse health outcomes: umbrella review of epidemiological meta-analyses. **BMJ**, p. e077310, 28 Feb. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-077310>. Acesso em: 10 Apr. 2026.

LOUZADA, Maria Laura da Costa *et al.* Consumption of ultra-processed foods in Brazil: distribution and temporal evolution 2008-2018. **Revista de Saúde Pública**, v. 57, p. 12, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2023057004744>. Acesso em: 29 ago. 2026.

MANZOOR, Muhammad Faisal *et al.* An insight into bisphenol A, food exposure and its adverse effects on health: a review. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 1047827, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1047827>. Acesso em: 23 set. 2026.

MARSHALL, Nicole E. *et al.* The importance of nutrition in pregnancy and lactation: lifelong consequences. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, Dec. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2021.12.035>. Acesso em: 8 May 2026.

MONTEIRO, Carlos A. *et al.* Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. **Public Health Nutrition**, [S. l.], v. 22, n. 5, p. 936-941, 12 fev. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/s1368980018003762>. Acesso em: 8 abr. 2026.

MUNCKE, Jane *et al.* Impacts of food contact chemicals on human health: a consensus statement. **Environmental Health**, vol. 19, no. 1, 3 Mar. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12940-020-0572-5>. Acesso em: 23 set. 2026.

ÖZTÜRK, Hande Nur Onur; TÜRKER, Perim Fatma. Fetal programming: could intrauterine life affect health status in adulthood? **Obstetrics & Gynecology Science**, v. 64, n. 6, p. 473-483, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5468/ogs.21154>. Acesso em: 23 set. 2026.

PACYGA, Diana C.; SATHYANARAYANA, Sheela; STRAKOVSKY, Rita S. Dietary Predictors of Phthalate and Bisphenol Exposures in Pregnant Women. **Advances in Nutrition**, v. 10, no. 5, p. 803-815, 30 May 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/advances/nmz029>. Acesso em: 23 set. 2026.

ROLFO, Alessandro *et al.* Fetal-Maternal Exposure to Endocrine Disruptors: Correlation with Diet Intake and Pregnancy Outcomes. **Nutrients**, v. 12, n. 6, p. 1744, 11 jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nut12061744>. Acesso em: 25 ago. 2026.

STEVENS, Sarah *et al.* Plastic Food Packaging from Five Countries Contains Endocrine- and Metabolism-Disrupting Chemicals. **Environmental Science & Technology**, 5 Mar. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c08250>. Acesso em: 23 set. 2026.

TEIXEIRA, Elisangela Souza *et al.* Prenatal exposure to endocrine disruptors and its effects on maternal-fetal health. **Endocrine and Metabolic Science**, v. 20, p. 100298, mar. 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.endmts.2026.100298>. Acesso em: 27 ago. 2026.

VRACHNIS, Nikolaos *et al.* A Systematic Review of Bisphenol A from Dietary and Non-Dietary Sources during Pregnancy and Its Possible Connection with Fetal Growth Restriction: Investigating Its Potential Effects and the Window of Fetal Vulnerability. **Nutrients**, v. 13, no. 7, p. 2426, 15 July 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nut13072426>. Acesso em: 23 set. 2026.